الهندسة الصناعية

الفصل الثاني

محاضرات للمرحلة الرابعة
قسم هندسة المواد

د. اسامة جاسم الاسدي

مفردات المنهج

الإدارة الصناعية

١- مشاكل التخصيص
٢- التتابع
٣- تحليل شبكات الاعمال وتقيم المشاريع
٤- السيطرة على الخزين

طرق التوزيع

أ. مشاكل التخصيص Assignment Problems :

تعتبر طريقة التخصيص حالة خاصة من حالات البرمجة الخطية وتعالج مشكلة تخصيص الأعمال على المكائن أو العمال وبهدف تحقيق اقل كلفة أداء ممكنة لكل الأعمال المطلوبة والصفات الأساسية لمسائل التخصيص تتمثل بالتالي:

١- وجود عدد معين من الأعمال المطلوب تنفيذها.
٢- توفر عدد معين من الموارد (عمال، مكائن، ----- الخ).
٣- وجود مقياس دقيق للفعالية وكمثل الوقت المطلوب لتنفيذ كل عمل والكلفة اللازمة لأداء العمل من قبل العامل أو الماكنة.
٤- تخصيص عمل واحد لكل فرد أو لكل ماكنة .

مثال: لدى ورشة ثلاث أعمال يمكن انجاز كل منها على ثلاثة مكائن كلفة تنفيذ كل عمل على كل ماكنة كما في المصفوفة التالية . اوجد التخصيص الأمثل للأعمال على المكائن والكلفة المناظرة لهذا التخصيص؟

أعمال \ مكائن	M_1	M_2	M_3
J_1	23	13	19
J_2	20	17	15
J_3	19	14	18

الحل:

ممكن حل مثل هذه المسائل بطريقة البرمجة الخطيه والنموذج الرياضي ممكن ان يكتب بالشكل التالي:

$$Min.\ Z = 23x_{11} + 13x_{12} + 19x_{13} + 20x_{21} + 17x_{22} + 15x_{23} + 19x_{31} + 14x_{32} + 18x_{33}$$

والقيود تكون

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \geq 1$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq 1$$
$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \geq 1$$
$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq 1$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} \geq 1$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} \geq 1$$

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, \ldots\ldots, x_{13}, \ldots\ldots \geq 0$$

الطريقة الثانيه:

١- نطرح اقل رقم في كل عمود من جميع أرقام العمود وبذلك نحصل على المصفوفة التالية

.

	M_1	M_2	M_3
J_1	4	0	4
J_2	1	4	0
J_3	0	1	3

٢- نطرح اقل رقم في كل صف من جميع أرقام الصف للمصفوفة السابقة (المصفوفة في الخطوة ١) وبذلك نحصل على المصفوفة التالية.

	M_1	M_2	M_3
J_1	4	0	4
J_2	1	4	0
J_3	0	1	3

٣- نغطي الاصفار بأقل عدد ممكن من الخطوط العمودية والأفقية فإذا كان عدد الخطوط العمودية أو الأفقية مساويا لعدد الإعمال أو المكائن في هذه الحالة يعني تم التوصل إلى الحل الأمثل.

	M_1	M_2	M_3
~~J_1~~	~~4~~	~~0~~	~~4~~
~~J_2~~	~~1~~	~~4~~	~~0~~
~~J_3~~	~~0~~	~~1~~	~~3~~

خصص ← كلفة

$J_1 \longrightarrow M_2 \longrightarrow 13$

$J_2 \longrightarrow M_3 \longrightarrow 15$

$J_3 \longrightarrow M_1 \longrightarrow 19$

التخصيص الأمثل وبكلفة كلية(مجموع الكلف) =٤٧

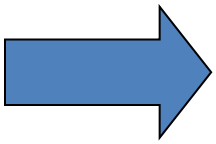
ملاحظات :

١- إذا كانت المصفوفة مصفوفة أرباح فيتم تحويلها إلى مصفوفة تكاليف ثم العمل بطرق التخصيص.
يتم تحويل مصفوفة الارباح الى مصفوفة تكاليف وذلك بطرح كل الارقام من اكبر رقم موجود في المصفوفة.

مثال:

مصفوفة الارباح

	M_1	M_2	M_3
J_1	24	20	30
J_2	60	40	25
J_3	25	20	15



مصفوفة التكاليف

36	40	30
0	20	35
35	40	45

٢- إذا لم تكن عدد الخطوط العمودية أو الأفقية مساوياً لعدد الأعمال أو المكائن فيعني هذا عدم التوصل إلى الحل الأمثل وفي هذه الحالة تتبع الخطوات كما في المثال التالي.

مثال:

	M_1	M_2	M_3
J_1	23	13	19
J_2	5	10	7
J_3	12	3	8

الحل:

١- نطرح اقل رقم في كل عمود من جميع أرقام العمود وبذلك نحصل على المصفوفة التالية

	M_1	M_2	M_3
J_1	18	10	12
J_2	0	7	0
J_3	7	0	1

٢- نطرح اقل رقم في كل صف من جميع أرقام الصف للمصفوفة السابقة (المصفوفة في الخطوة ١) وبذلك نحصل على المصفوفة التالية.

	M_1	M_2	M_3
J_1	8	0	2
J_2	0	7	0
J_3	7	0	1

* عدد الخطوط = 2 وهو اقل من عدد الإعمال والمكائن (3) في هذه الحالة نتبع الخطوات التالية:

أ- نبحث عن اصغر رقم حر في المصفوفة (الرقم الحر هو الرقم الذي لا يمر عليه أي خط عمودي أو أفقي).

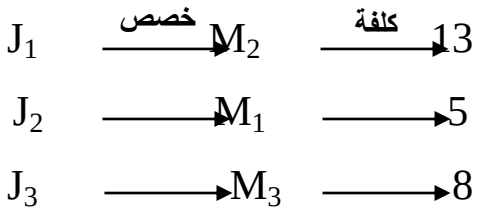
ب- يطرح الرقم الحر من جميع الأرقام الحرة الباقية ويضاف الرقم الحر إلى الأرقام عند نقاط تقاطع الخطوط العمودية والأفقية فقط.

ج- تغطى الاصفار بأقل عدد من الخطوط العمودية والأفقية لاتخاذ القرار الأمثل .

الرقم الحر هو 1

	M_1	M_2	M_3
J_1	7	0	1
J_2	0	8	0
J_3	6	0	0

عدد الخطوط = 3 إذا تم التوصل إلى الحل الأمثل.



التخصيص الأمثل وبكلفة كلية =٢٦

مثال:

	M_1	M_2	M_3	M_4
J_1	13	19	27	23
J_2	5	10	17	14
J_3	3	8	14	12

الحل :

الطريقة الاولى

أولا: بحذف M_4

	M_1	M_2	M_3
J_1	13	19	27
J_2	5	10	17
J_3	3	8	14

	M_1	M_2	M_3
J_1	10	11	13
J_2	2	2	3
J_3	0	0	0

	M_1	M_2	M_3
J_1	0	1	3
J_2	0	0	1
J_3	0	0	0

$J_1 \longrightarrow M_1 \longrightarrow 13$

$J_2 \longrightarrow M_2 \longrightarrow 10$

$J_3 \longrightarrow M_3 \longrightarrow 14$

الكلفة كلية = 37

ثانياً : بحذف M_3

	M_1	M_2	M_4
J_1	13	19	23
J_2	5	10	14
J_3	3	8	12

	M_1	M_2	M_4
J_1	10	11	11
J_2	2	2	2
J_3	0	0	0

	M_1	M_2	M_4
J_1	0	1	1
J_2	0	0	0
J_3	0	0	0

$J_1 \longrightarrow M_1 \longrightarrow 13$

$J_2 \longrightarrow M_2 \longrightarrow 10$

$J_3 \longrightarrow M_4 \longrightarrow 12$

الكلفة كلية = 35

ثالثاً : بحذف M_2

	M_1	M_3	M_4
J_1	13	27	23
J_2	5	17	14
J_3	3	14	12

	M_1	M_3	M_4
J_1	10	13	11
J_2	2	3	2
J_3	0	0	0

	M_1	M_3	M_4
J_1	0	2	1
J_2	0	1	0
J_3	0	0	0

$J_1 \longrightarrow M_1 \longrightarrow 13$

$J_2 \longrightarrow M_4 \longrightarrow 14$

$J_3 \longrightarrow M_3 \longrightarrow 14$

الكلفة كلية = 41

رابعاً : بحذف M_1

	M_2	M_3	M_4
J_1	19	27	23
J_2	10	17	14
J_3	8	14	12

	M_2	M_3	M_4
J_1	11	13	11
J_2	2	3	2
J_3	0	0	0

	M_2	M_3	M_4
J_1	0	2	0
J_2	0	1	0
J_3	0	0	0

$J_1 \longrightarrow M_2 \longrightarrow 19$

$J_2 \longrightarrow M_4 \longrightarrow 14$

$J_3 \longrightarrow M_3 \longrightarrow 14$

الكلفة كلية = 47

* التخصيص الأمثل هو :

$J_1 \longrightarrow M_1 \longrightarrow 13$

$J_2 \longrightarrow M_2 \longrightarrow 10$

$J_3 \longrightarrow M_4 \longrightarrow 12$

الكلفة كلية = 35

طريقة اخرى

	M_1	M_2	M_3	M_4
J_1	13	19	27	23
J_2	5	10	17	14
J_3	3	8	14	12

١- نطرح اقل رقم في كل عمود من جميع أرقام العمود وبذلك نحصل على المصفوفة التالية

10	11	13	11
2	2	3	2
0	0	0	0

٢- نطرح اقل رقم في كل صف من جميع أرقام الصف للمصفوفة السابقة (المصفوفة في الخطوة ١) وبذلك نحصل على المصفوفة التالية.

0	1	3	1
0	0	1	0
0	0	0	0

$J_1 \rightarrow M_1 \rightarrow 13$	$J_1 \rightarrow M_1 \rightarrow 13$	$J_1 \rightarrow M_1 \rightarrow 13$	$J_1 \rightarrow M_1 \rightarrow 13$
$J_2 \rightarrow M_2 \rightarrow 10$	$J_2 \rightarrow M_2 \rightarrow 10$	$J_2 \rightarrow M_4 \rightarrow 14$	$J_2 \rightarrow M_4 \rightarrow 14$
$J_3 \rightarrow M_3 \rightarrow 14$	$J_3 \rightarrow M_4 \rightarrow 12$	$J_3 \rightarrow M_2 \rightarrow 8$	$J_3 \rightarrow M_3 \rightarrow 14$
الكلفة كلية = 37	الكلفة كلية = 35	الكلفة كلية = 35	الكلفة كلية = 41

ان اقل كلفة هي ٣٥ لهذا فأن الحل الامثل هو احد التخصيصين الذين يحققان هذة الكلفة.

ملاحظة:-

في حالة الاعمال اكثر من المكائن، في هذة الحالة يتم افتراض ماكنه وهمية كلفة تنفيذ الاعمال عليها تساوي ∞ وتطبق عليها طريقة حل مسائل التخصيص الاعتيادية.

التتابع (Sequencing) :

أي تتابع الأعمال في التنفيذ ، يساعد التتابع على إيجاد أفضل تسلسل بالمراحل التكنولوجيا الضرورية لتصنيع أو تجميع سلعة معينة بحيث يحقق هذا التسلسل انجاز الدورة الإنتاجية بأقل وقت ممكن ويعالج التتابع ثلاث حالات .

١- عدد من الفعاليات تنفذ على ماكنة واحدة في هذة الحالة يتم تنفيذ الاعمال حسب اوقات تنفيذها تصاعديا.

٢- عدد من الفعاليات تنفذ على ماكنتين (x,y) والفعاليت تنفذ بالتتابع x ثم y .

٣- عدد من الفعاليات تنفذ على n من المكائن والفعاليات تنفذ بالتتابع x ثم y ثم z ----- إلى n .

قانون :

نسبة الانتفاع من الماكنة = الوقت الكلي للانجاز – وقت تعطل الماكنة / الوقت الكلي

مثال / في ورشة هناك 6 أعمال (فعاليات) يمكن تنفيذ كل منهما على ماكنتين x، y وبالتتابع x ثم y . اوجد

١) التتابع الأمثل لهذه الفعاليات

٢) نسبة الانتفاع من كل ماكنة

٣) أوقات تأخر الأعمال ، بحيث يحقق هذا التتابع اقل وقت لتنفيذها والجدول التالي يبين الوقت اللازم لتنفيذ كل فعالية على كل ماكنة.

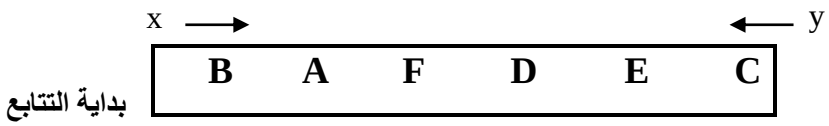
Job.	Time (hour)	
	Machine x	Machine y
A	3	5
B	2	4
C	3	1
D	7	5
E	4	2
F	6	8

4 2 1 5 3 6

ملاحظة : إذا وجد رقم (0) في المصفوفة فأن هذا يعني إن العمل لا يمر على هذه الماكنة .

خطوات الحل:

١- نرسم مستطيل فيه عدد من القسيمات يساوي عدد الأعمال ونفتش عن اصغر رقم في المصفوفة ونبدأ بتنفيذ ما يقابل هذا الرقم من فعالية وبالترتيب المفروض x ثم y .



ملاحظة :

* إذا كان اصغر رقم في المصفوفة في الماكنة x فيوضع في بداية التتابع أما إذا كان في الماكنة y فيوضع في نهاية التتابع.
* في حالة تساوي وقت العمل في نفس الماكنة يؤخذ العمل ذو الرتبة الأقل(أي الصف).
* في حالة تساوي وقت العمل في مكائن مختلفة فنأخذ اي ماكنة منهما.

٢- نرسم جدول يمثل الأعمال حسب التتابع الأمثل الذي أوجدناه في النقطة 1 ونضع فيه وقت دخول وخروج كل عمل لكل ماكنة وحسب الترتيب .

Job.	Machine x		Machine y	
	in	out	in	Out
B	0	2	2	6
A	2	5	6	11
F	5	11	11	19
D	11	18	19	24
E	18	22	24	26
C	22	25	26	27

ملاحظة : إذا كان هناك فرق في الأرقام بين وقت خروج العمل من الماكنة و وقت دخول العمل التالي لنفس الماكنة (y) فانه يعني تعطل في الماكنة ويضاف إلى التعطل الذي نتج من تعطل الماكنة y لحين انتهاء العمل من الماكنة x .

٣- نحسب أوقات تعطل المكائن وكما يلي :

وقت تعطل الماكنة x = 27 - 25 = 2 ساعة

وقت تعطل الماكنة y = 2 ساعة

نسبة الانتفاع في الماكنة $x = \frac{27-2}{27} * 100 = 92.6\ \%$

نسبة الانتفاع في الماكنة $y = \frac{27-2}{27} * 100 = 92.6\ \%$

٤- أوقات تأخر الأعمال (ساعة)

العمل	وقت التأخر
B	0
A	2 + 1
F	5 + 0
D	11 + 1
E	18 + 2
C	22 + 1

مثال/ لدى ورشة 5 أعمال تنفذ على 3 مكائن x ، y ، z وبالتتابع x ثم y ثم z اوجد التتابع الأمثل للأعمال على المكائن الذي يحقق انجاز الدورة الإنتاجية بأقل وقت ممكن؟

Job	ماكنة x	ماكنة y	ماكنة z
A	1	0	5
B	3	2	4
C	5	3	1
D	2	1	5
E	6	3	1

الحل /

ملاحظة : عندما يكون عدد المكائن n (من 3 فأكثر) . ففي حالة كون n عدد فردي تحول إلى ماكنتين وهميتين بإضافة الماكنة الوسطى إلى كل طرف من الأطراف (مثلا ثلاث مكائن x ، y ، z فأن الماكنة الوهمية الأولى ستكون x+y ، والماكنة الوهمية الثانية ستكون y+z) وفي حالة كون المكائن زوجي(مثلا x ، y، z ، w فأن الماكنة الوهمية الأولى ستكون x+y والماكنة الوهمية الثانية ستكون z+w)

Job.	Time (hour)	
	Machine x+y	Machine y+z
A	1	5
B	5	6
C	8	4
D	3	6
E	9	4

1 5 3 2 4

A	D	B	E	C

Job.	Machine x		Machine y		Machine Z	
	in	out	in	out	in	Out
A	0	1	-	-	1	6
D	1	3	3	4	6	11
B	3	6	6	8	11	15
E	6	12	12	15	15	16
C	12	17	17	20	20	21

الوقت الكلي لانجاز الأعمال = 21 ساعة

وقت تعطل الماكنة x = 21 – 17 = 4 ساعة

وقت تعطل الماكنة y = 1 + 2 + 4 + 2 + 3 = 12 ساعة

وقت تعطل الماكنة z = 4 + 1 = 5 ساعة

نسبة الانتفاع من الماكنة

$$x=\frac{21-4}{21}*100=81\%$$

$$y=\frac{21-12}{21}*100=43\%$$

$$z=\frac{21-5}{21}*100=76.2\%$$

أوقات تأخر الأعمال (in x + [(in y – out x) + (in z – out y)])

العمل	وقت التأخر
A	0
D	1 + 0 +2
B	3 + 0 + 3
E	6 + 0 + 0
C	12 + 0 + 0

تحليل شبكات الأعمال(Network Analysis):

شبكات الأعمال هي أحد الأساليب التي تستخدم في إدارة المشاريع وذلك عن طريق تحديد وقت تنفيذ المشروع وكذلك التكاليف اللازمة لتنفيذ المشروع.

ادارة المشاريع:

المشروع: هو مجموعة من الأنشطة المتداخلة والتي يجب تنفيذها في تتابع محدد، وبهدف أن يتم إنجاز المشروع كاملا. ويكون تداخل الأنشطة منطقيًا، بمعنى أن بعض الأنشطة لا يمكن البدء فيها قبل أن يتم الانتهاء من أنشطة أخر ى .

وتعني كلمة **نشاط:**(activity) مهمة أو مرحلة في مشروع تتطلب وقتًا وموارد لكي يتم إنجازها.

وبصفة عامة يكون المشروع مجهودًا لمرة واحدة بحيث أن نفس التتابع للأنشطة قد لا يتكرر في المستقبل، مثل مشروع توسعة بناية معينه ...الخ.

وكثيرًا ما يحتاج المديرون إلى القيام بالتخطيط وجدولة ومتابعة مشاريع كبيرة تتكون من عدد كبير من الأنشطة المتداخلة، والتي تقوم بها عدة أقسام مستقلة عن بعضها البعض مما يتطلب من المدير جهدًا كبيرًا في تخطيطها و جدولتها ومتابعتها ليضمن إنجاز المشروع في وقته المحدد، وفي حدود التكاليف المقررة ل ه .فتركيز الإدارة هنا" في إدارة المشاريع " هو أن يتم المشروع في الوقت المحدد له، فكثيرًا ما يكون إنهاء المشروع في وقته المحدد مرتبطًا بمكافأة مالية أو أن تأخيره مرتبط بغرامات مالية قد تبتلع معظم العائد منه.

أساليب شبكات الاعمال:

نتيجة للحاجة الماسة لوجود أساليب علمية تساعد المديرين على جدولة ومتابعة المشاريع، ظهرت عدة أساليب لتحقيق هذا الهدف ولعل أهمها:

١ -أسلوب المسار الحرج(Critical Path Method (CPM))

ظهر هذا ا لأسلوب في نهاية الخمسينات من القرن الماضي لجدولة ومتابعة مشاريع صناعية، حيث يكون الوقت اللازم لكل نشاط محددًا مسبقًا، ومن ثم يركز على إمكانية تخفيض مدة النشاط مقابل أقل تكلفة ممكنة (عن طريق إضافة عمال أو آلات حديثة...الخ).

٢ -أسلوب تقييم ومراجعة المشروع **Program Evaluation and Review Technique**

ظهر هذا الأسلوب عام ١٩٥٨ لتخطيط وجدولة ومتابعة مشروع إنتاج صواريخ بولاريس (Polaris Missile Project)، وحيث إنه المشروع الأول من نوعه كان من الصعب تحديد الوقت اللازم لإنجاز أنشطة المشروع المختلفة، ومن ثم ظهر PERT

بهدف معالجة عدم التأكد من موعد إنهاء كل نشا ط .كما أنه يعمل على تحديد الأنشطة التي تشكل عنق الزجاجة مما يساعد الإدارة على تركيز جهودها على مثل هذا النشاط لضمان إنجاز المشروع في الوقت المحدد .كما يهدف إلى تقييم تأثير إجراء تعديلات على المشروع مثل دراسة تأثير نقل بعض الموارد من الأنشطة غير الحرجة إلى الأنشطة الحرجة أو تلك التي تشكل عنق الزجاجة.

يعتمد كل من هذين الأسلوبين على وضع جدول زمني للمشروع .ويكاد أن يكونا متماثلين ماعدا أن تقدير الوقت اللازم لإنجاز أنشطة المشروع تكون محددة وثابتة في الأول .بينما تكون احتمالية وتقديرية في الثاني .كما أن الأول يعني بدراسة العلاقة بين الوقت والتكاليف، بينما يؤكد الثاني على معرفة احتمال انتهاء المشروع في الوقت المحدد له دون تأخير .ورغم هذه الفوارق نجد أن الاتجاه الحديث والعملي في تطبيقهما هو الجمع بين خصائص الأسلوبين في أسلوب واحد.

مجالات استخدام اساليب شبكات الاعمال:

١- أبحاث وتطوير منتجات جديدة.

٢- بناء المصانع والعمائر وشبكات الطرق.

٣- صيانة المعدات الكبيرة والمعقدة.

٤- إدارة المشاريع الكبيرة والوحيدة من نوعها.

الهدف من استخدام شبكات الاعمال:

يهدف مديرو المشاريع من استخدام هذه الأساليب إلى معرفة:

١- ما هو الوقت اللازم لإنجاز المشروع بأكمله؟

٢- ما هي مواعيد بداية ونهاية كل نشاط حسب الجدول؟

٣- أي الأنشطة "حرجة" ويجب إتمامها في الوقت المحدد "بالضبط" كما هو مجدول لها إذا أردنا إنجاز المشروع في الوقت المخطط له؟

٤- ما هو الحد الأقصى الذي يمكننا تأخير بعض الأنشطة غير الحرجة بدون أن ينتج عن هذا التأخير تعطيلا للمشروع كله؟

٥- أي الأنشطة الحرجة يمكن ضغطها بأقل تكلفة ممكنة في حالة الرغبة في الإسراع أو حدوث تأخر غير متوقع في الإنجاز؟

مراحل ادارة المشاريع:

تتضمن إدارة المشروع ثلاث مراحل أساسية هي:

١ -مرحلة التخطيط

١ -وتتضمن تقسيم المشروع إلى عدد من الأنشطة المنفصلة عن بعضها البعض تمامًا.

٢ -تقدير الوقت اللازم لإنجاز كل نشاط على حدة.

٣ -تمثل الأنشطة برسم شبكة أعمال حيث يمثل كل نشاط بسهم وكل نقطة ابتداء نشاط أو نهايته بدائرة صغير ة .ويساعد الرسم على دراسة كل نشاط بالتفصيل ومعرفة التحسينات التي يمكن إدخالها، ولوضع جدول لتنفيذ المشروع.

٢ -مرحلة الجدولة

والهدف منها عمل جدول زمني يوضح وقت ابتداء وانتهاء كل نشاط والعلاقة بين هذا النشاط والأنشطة الأخر ى .كما أن الجدول يجب أن يوضح الأنشطة الحرجة(بالنسبة للزمن)، والتي تحتاج إلى عناية خاصة لضمان إنهاء المشروع في الوقت المحدد.

وبالنسبة للأنشطة غير الحرجة يجب أن يوضح الجدول كمية الوقت الفائض والذي يمكن استغلاله عند تأخر هذه الأنشطة أو عندما تكون الموارد نادرة، وتصبح الحاجة لاستخدامها بكفاية ماسة.

٣ -مرحلة المراقبة

وتتضمن استخدام شبكة الأعمال والجدول الزمني لعمل تقارير عن تقدم المشروع على فترات متساوية لعمل ما يلزم من تعديلات.

العناصر الأساسية لتمثيل شبكة الاعمال تتمثل بما يلي:

١- السهم Arrow :

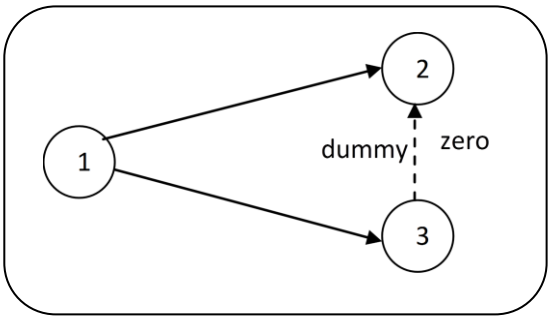
يمثل السهم نشاط معين، ويكتب الاسم فوق السهم ومدة النشاط تحته، ويحتاج لوقت وموارد لتنفيذه ولا علاقة لطول السهم بالفترة الزمنية اللازمة للتنفيذ ولا يجوز تمثيل النشاط الواحد بأكثر من سهم.

٢- الحلقة Circle :

تمثل الحلقة حدث(Event) معين (نقطة ما في الزمن) ولا يحتاج الحدث لوقت أو موارد لتنفيذه ويرقم كل حدث برقم لا يجوز تكراره ولكل شبكة حدث بداية وحدث نهاية والرقم داخل الحدث يدل على ترتيب الحدث فقط .

* يجب مراعاة ألا يخرج سهمان من دائرة واحدة ويدخلان معًا في دائرة أخرى.

ولتفادي ذلك نرسم سهمًا وهميًا (Dummy) يمثل نشاطًا وهميًا مدته صفر ونضيف دائرة ثالثة على النحو التالي:



ونستخدم الأنشطة الوهمية لتحديد الأنشطة السابقة لكل نشاط بدقة، كما نستخدمها للقضاء على الغموض الحاصل من بدء أو انتهاء نشاطين أو أكثر عند نفس النقطة .كذلك يجب ملاحظة أن طول السهم وشكله ليس له أي أهمية بالنسبة لتحليل شبكة الأعمال.

٣- المسار Path:

وهو تعاقب مستمر من الأسهم يبدأ من حدث البداية وينتهي بحدث النهاية ويميز كل مسار بأرقام الأحداث التي يمر بها.

٤- الوقت المتوقع لتنفيذ النشاط Expected Time :

وهو المتوسط الحسابي المرجح للوقت التفاؤلي والمحتمل والتشاؤمي اللازم لتنفيذ النشاط ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$ET = \frac{A + 4B + C}{6}$$

حيث إن :

ET: هو الوقت المتوقع لتنفيذ النشاط

A : الوقت التفاؤلي لتنفيذ النشاط

B : الوقت المحتمل لتنفيذ النشاط

C : الوقت التشاؤمي لتنفيذ النشاط

٥- المسار الحرج Critical Path :

وهو أطول المسارات وقتاً في شبكة الأعمال وسمي بالحرج لان أي تأخير لتنفيذ أي نشاط من الأنشطة التي تقع عليه يؤدي بالضرورة إلى تأخير تنفيذ المشروع ككل.

٥- الوقت الراكد (الفائض) Slack Time :

وهو الفائض الزمني المتوفر لحدث معين وهو بعبارة أخرى الفرق بين الوقت المبكر والوقت المتأخر لنهاية النشاط ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$ST = S_2 - S_1$$

حيث ان :

ST: هو الوقت الراكد لحدث معين

S_1 : الوقت المبكر لنهاية النشاط

S_2 : الوقت المتأخر لنهاية النشاط

مثال / احسب الوقت اللازم لتنفيذ المشروع التالي . كذلك حدد الوقت الراكد

رمز النشاط	سهم النشاط	التقديرات الزمنية (شهر)		
		A	B	C
A	1 ⟵ 2	1	1	7
B	1 ⟵ 3	1	1	7
C	1 ⟵ 4	2	2	8
D	2 ⟵ 5	1	1	1
E	3 ⟵ 5	2	5	14
F	4 ⟵ 6	2	5	8
G	5 ⟵ 6	3	6	15

ملاحظه: قد يعطى السؤال بصيغة اخرى هي كالتالي:

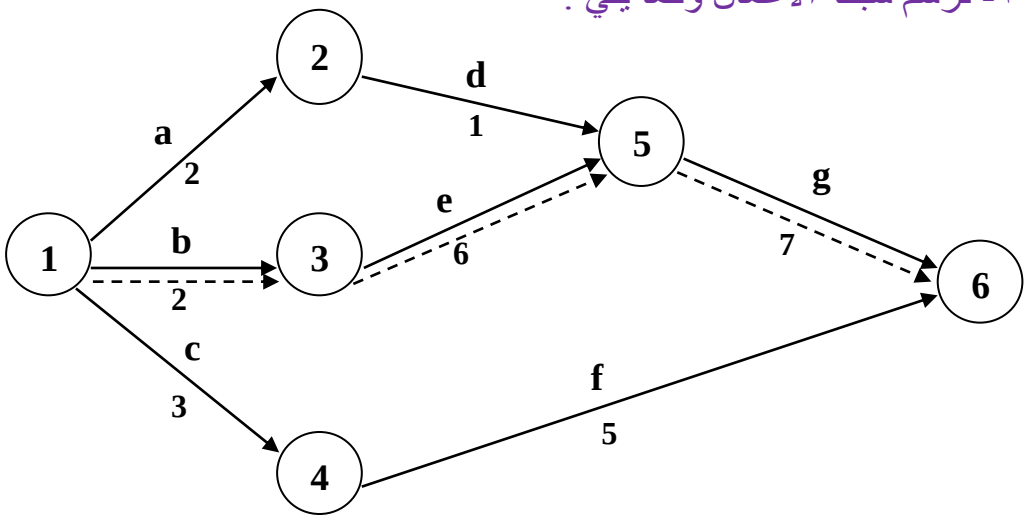
رمز النشاط	النشاط السابق	التقديرات الزمنية (شهر)		
		A	B	C
A	-	1	1	7
B	-	1	1	7
C	-	2	2	8
D	A	1	1	1
E	B	2	5	14
F	C	2	5	8
G	E, D	3	6	15

خطوات الحل :

١ـ نحسب الوقت المتوقع لكل نشاط وكما يلي :

رمز النشاط	ET
a	1+4*1+7/6 = 2
b	1+4*1+7/6 = 2
c	2+4*2+8/6 = 3
d	1+4*1+7/6 = 1
e	1+4*1+7/6 = 6
f	1+4*1+7/6 = 5
g	1+4*1+7/6 = 7

٢ـ نرسم شبكة الأعمال وكما يلي :



٣- نحسب الوقت اللازم لتنفيذ المشروع وكما يلي :

المسار $\overrightarrow{1\ 2\ 5\ 6}$ $= 2 + 1 + 7 = 10$

المسار $\overrightarrow{1\ 3\ 5\ 6}$ $= 2 + 6 + 7 = 15$

المسار $\overrightarrow{1\ 4\ 6}$ $= 3 + 5 = 8$

إذن المسار الحرج هو المسار $\overrightarrow{1\ 3\ 5\ 6}$

إذن زمن تنفيذ المشروع يساوي 15 شهر

٤- نحسب الوقت الراكد (الفائض) لكل نشاط من الأنشطة وكما يلي :

أ- الوقت المتأخر (S_2) للنشاط = النشاط الكلي – [(مجموع الأنشطة التي تلي النشاط)]

$$S_{2\,a} = 15 - (1 + 7) = 7$$
$$S_{2\,b} = 15 - (6 + 7) = 2$$
$$S_{2\,c} = 15 - (5) = 10$$
$$S_{2\,d} = 15 - (7) = 8$$
$$S_{2\,e} = 15 - (7) = 8$$
$$S_{2\,f} = 15 - (0) = 15$$
$$S_{2\,g} = 15 - (0) = 15$$

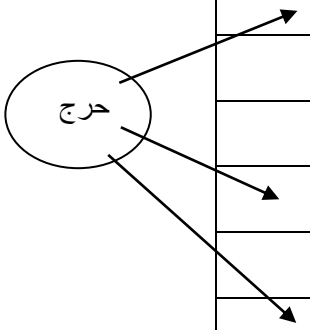
ب- الوقت المبكر (S_1) للنشاط = النشاط + [ما قبله من الأنشطة]

$$S_{1\,a} = 2 + 0 = 2$$
$$S_{1\,b} = 2 + 0 = 2$$
$$S_{1\,c} = 3 + 0 = 3$$
$$S_{1\,d} = 1 + 2 = 3$$
$$S_{1\,e} = 6 + 2 = 8$$
$$S_{1\,f} = 3 + 5 = 8$$
$$S_{1\,g} = 7 + 1 + 2 = 10$$
$$OR$$
$$S_{1\,g} = 7 + 6 + 2 = 15$$

إذا كان هنالك تفرع فإننا نحسب لكل تفرع ثم نأخذ القيمة الأكبر

ج- حساب الوقت الراكد كما في الجدول التالي :

النشاط	الوقت المبكر S_1	الوقت المتأخر S_2	الوقت الراكد $ST= S_2- S_1$
A	2	7	5
B	2	2	0
C	3	10	7
D	3	8	5
E	8	8	0
F	8	15	7
G	15	15	0



* الأنشطة الواقعة على المسار الحرج يكون الوقت الراكد لها يساوي صفر

السيطرة على الخزين Inventory Control :

يمثل المخزون اكبر بند من البنود العاملة في رأس المال المستثمر والهدف الأساس من السيطرة عليه يكمن في تقليل الكلفة الإجمالية السنوية للمخزون إلى أدنى حد ممكن دون تعريض الإنتاج لخطر أي توقف سواء كان هذا التوقف جزئي أو كلي ويمكن تصنيف المواد المخزونة إلى الأنواع التالية :

١- المواد الأولية والمساعدة والتكميلية الضرورية للإنتاج

٢- السلع الجاهزة

٣- السلع نصف المصنعة

٤- الأدوات الاحتياطية

لكل نوع من هذه الأنواع أساليب معينة للسيطرة عليها. المواد بالحالة العامة بالأنواع الثلاث التالية:

١- مواد كبيرة الأهمية : هذه المواد قليلة العدد وغالية الثمن وتستوجب نظام سيطرة دقيق للغاية .

٢- مواد متوسطة الأهمية : وهذه مواد متوسطة بالعدد والثمن وتخضع لنظام سيطرة بسيط.

٣- مواد قليلة الأهمية : وهذه المواد كبيرة بالعدد وقليلة بالثمن ولا تتطلب نظام دقيق للسيطرة عليها.

والجدول التالي يوضح ما سبق ذكره :

صنف المخزون	درجة أهمية الصنف	النسبة العددية للصنف من مجموع أعداد المخزون	نسبة القيمة للصنف من مجموع رأس المال المنتظر في المخزون	نظام السيطرة
A	كبيرة	10 %	80 %	دقيق
B	متوسطة	20 %	15 %	بسيط
C	صغيرة	70 %	5 %	بسيط جداً

مثال / في مخزن 500 مادة سعرها نصف مليون دينار وبالأنواع المبينة في الجدول التالي . ارسم المخطط البياني الذي يوضح العلاقة بين عدد المواد وقيمتها وصنفها حسب طريقة A و B و C .

النوع	العدد	الثمن (ألف دينار)
1	50	325
2	125	115
3	325	60

الحل /

١- نحسب النسبة العددية لكل صنف وكما يلي :

النوع الأول $\frac{50}{500}*100=10\%$

النوع الثاني $\frac{125}{500}*100=25\%$

النوع الثالث $\frac{325}{500}*100=66\%$

٢- نحسب النسبة والقيمة لكل نوع وكما يلي :

النوع الأول $\frac{325}{500}*100=66\%$

النوع الثاني $\frac{115}{500}*100=23\%$

النوع الثالث $\frac{60}{500}*100=12\%$

٣- النوع الأول هو من الصنف A

النوع الثاني فيشكل 25 % بالعدد من 23 % من الثمن لذا يصنف من النوع B

النوع الثالث هو من الصنف C